



Communiqué de presse – 18 octobre 2017

Développement des plantes : l'analyse de la protéine DEK1 révèle le caractère indispensable des signaux mécaniques

Chez les plantes, se développer, c'est changer de forme, de structure. Cependant, le lien entre régulation génétique et lois mécaniques est encore loin d'être totalement fait. Des chercheurs de l'Inra et du CNRS démontrent que la protéine DEK1, sans laquelle la plante ne peut se développer, a une fonction essentielle dans la transduction des forces de la membrane plasmique vers l'intérieur de la cellule via une activité associée aux ions calcium. Publiés dans la revue *Nature communications* le 18 octobre 2017, ces travaux démontrent pour la première fois le caractère obligatoire des signaux mécaniques pour le développement des plantes et en éclairent le fonctionnement.

Facteurs biochimiques et forces mécaniques générées par la croissance sont des éléments importants de la régulation du développement des animaux et des plantes. De nombreux processus cellulaires (division, définition de la polarité, acquisition de l'identité...) sont ainsi modifiés lorsque les cellules sont stimulées mécaniquement. Chez les plantes, les bases moléculaires de la perception des forces mécaniques ne sont cependant pas totalement élucidées à ce jour.

Dès le stade embryonnaire, une protéine, DEK1, joue un rôle essentiel dans le développement des plantes : sans la protéine DEK1, l'embryon n'est pas viable, notamment parce qu'il ne parvient pas à former un épiderme lors de son développement. Couplant des techniques de génétique et d'électrophysiologie, des chercheurs de l'Inra et du CNRS et leurs collègues canadiens viennent de démontrer que la protéine DEK1 est nécessaire à la perception des contraintes mécaniques via une activité mécanosensible associée aux ions calcium Ca^{2+} , révélant ainsi un rôle crucial des contraintes mécaniques pour le développement des plantes.

La protéine DEK1 est essentielle à l'activité de transduction des forces mécaniques de l'extérieur vers l'intérieur de la cellule

A la faveur d'ingénieuses manipulations d'électrophysiologie, les scientifiques ont suivi les mouvements d'ions de part et d'autre de fragments de membrane cytoplasmique d'*Arabidopsis thaliana* soumis à différentes pressions mécaniques et placés dans des solutions d'électrolytes de composition variable. Ils ont montré que, chez *A. thaliana*, la protéine DEK1 est associée à une activité de canal calcium mécanosensible.

Ils ont d'abord mis en évidence l'existence d'un nouveau canal mécanosensible aux ions calcium Ca^{2+} aux côtés d'autres canaux d'ores et déjà connus chez *A. thaliana*. En analysant le passage des ions calcium dans des cellules ayant des mutations dans la protéine DEK1, ils ont ensuite démontré le rôle clé du domaine transmembranaire de DEK1 dans le fonctionnement de ce canal : le passage d'ions calcium de l'extérieur vers l'intérieur est affecté lorsque le mutant *dek1* exprime le domaine intracellulaire calpaïne, mais pas le domaine transmembranaire ; par contre, il est rétabli lorsque le mutant *dek1* exprime la protéine DEK1 entière.

Utilisant des inhibiteurs spécifiques des canaux mécanosensibles, les chercheurs ont montré que la protéine DEK1 est associée à une activité de canal calcium mécanosensible : l'ouverture du canal calcique est spécifique des ions divalents, tel le calcium Ca^{2+} , et dépend de la tension membranaire.

Vers un modèle de fonctionnement mobilisant les différents domaines de la protéine DEK1

L'ensemble de ces résultats suggère que les domaines transmembranaires de la protéine DEK1 forment un canal qui s'ouvre en réponse à la tension mécanique que perçoit la cellule. Les ions calcium entrent alors dans la cellule où ils activent la protéase calpaïne de DEK1 qui s'autoclive et va agir sur des cibles intracellulaires. Une autre hypothèse serait que le domaine transmembranaire de DEK1 interagisse avec un canal mécanosensible activé par les ions calcium, son identité exacte restant à préciser.

On savait déjà que les contraintes mécaniques modulent le développement des plantes – p. ex. le tronc des arbres se rigidifie en réponse au vent. Considérant que la perte complète de DEK1 empêche le développement de l'embryon et donc d'une plante, ce travail démontre pour la première fois le caractère indispensable de la perception des contraintes mécaniques dans le développement des plantes. Chez celles-ci, l'épiderme est un facteur limitant pour la croissance parce qu'il est continuellement en tension. L'absence d'épiderme chez les embryons *dek1* suggère que les plantes pourraient utiliser DEK1 pour percevoir la tension afin de maintenir un épiderme, et, plus généralement, que l'existence de l'épiderme dépendrait de la perception des forces mécaniques.

Chez les animaux, la protéine homologue de DEK1 agit en aval d'une autre protéine, le canal calcique mécanosensible Piezo, dont le rôle est également important pour le développement, de la formation des vaisseaux sanguins au contrôle de la prolifération cellulaire. Chez les plantes, le fait que la protéine DEK1 contienne à la fois l'activité calpaïne et l'activité mécanosensible suggère une convergence évolutive entre les deux règnes.

La protéine DEK1, en quelques mots

La protéine DEK1 (en anglais, *Defective Kernel 1*) est une protéine de grande taille (env. 240 kDa). Elle est composée d'une boucle extracellulaire, de plusieurs domaines transmembranaires, et d'un domaine intracellulaire qui possède une activité protéolytique de type calpaïne, connue pour dépendre des ions calcium Ca^{2+} . En présence d'ions calcium, la calpaïne devient active et coupe la liaison entre le domaine calpaïne et le domaine transmembranaire de DEK1 avant de pouvoir aller agir au cœur de la cellule.

Référence :**A mechanosensitive Ca^{2+} channel activity is dependent on the developmental regulator DEK1**

Daniel Tran, Roberta Galletti, Enrique D. Neumann, Annick Dubois, Reza Sharif-Naeini, Anja Geitmann, Jean-Marie Frachisse, Olivier Hamant, Gwyneth C. Ingram.

Nature communications

Contacts scientifiques :

Olivier Hamant : olivier.hamant@ens-lyon.fr - 04 72 72 88 75

Gwyneth Ingram : gwyneth.ingram@ens-lyon.fr - 04 26 23 39 78

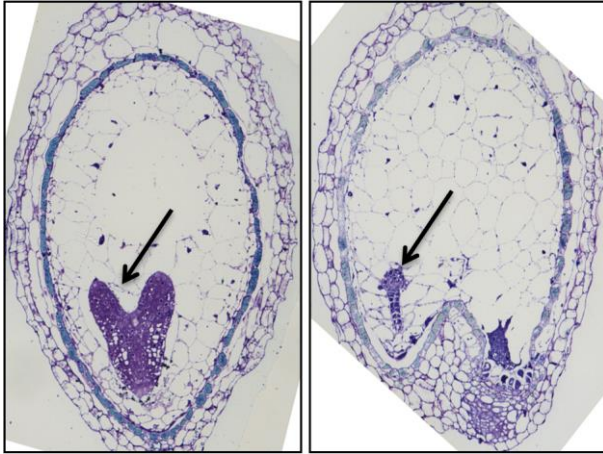
Unité mixte de recherche Reproduction et développement des plantes (Inra, CNRS, ENS Lyon, Université Claude Bernard Lyon I)

Département scientifique Biologie et amélioration des plantes

Centre Inra Auvergne – Rhône-Alpes

Contact presse :

Inra service de presse : presse@inra.fr – T. 01 42 75 91 86



Graines immatures d'*Arabidopsis thaliana* en coupe.

A gauche, *A. thaliana* sauvage. L'embryon, coloré en violet foncé, présente une racine et deux feuilles embryonnaires qui lui donnent une forme de cœur.

A droite, mutant *dek1* d'*A. thaliana*. L'embryon s'est arrêté à un stade très précoce.

© CNRS, Gwyneth Ingram